

## **SPIRAL REVERSE-OSMOSIS MEMBRANE ELEMENT AND SEPARATOR USING THE ELEMENT**

**Publication number:** JP2000000437

**Publication date:** 2000-01-07

**Inventor:** MINEGISHI SHINICHI; KIHARA MASAHIRO;  
NAKANISHI TAKAYUKI

**Applicant:** TORAY INDUSTRIES

**Classification:**

**- international:** *B01D61/08; B01D63/10; C02F1/44; B01D61/02;  
B01D63/10; C02F1/44; (IPC1-7): B01D61/08;  
B01D63/10; C02F1/44*

**- european:**

**Application number:** JP19980171210 19980618

**Priority number(s):** JP19980171210 19980618

**Report a data error here**

### **Abstract of JP2000000437**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a spiral reverse-osmosis membrane element without the pressure drop being too large, with the deterioration of the element due to concn, polarization suppressed and with the intrinsic performance of the membrane fully exhibited. **SOLUTION:** This spiral reverse-osmosis membrane element is formed by winding an envelope-shaped reverse-osmosis membrane, a flow passage material on the permeated water side in which wiry material is arranged orthogonally to the raw water flow direction and a flow passage material having a square mesh structure on the raw water side on a water collecting pipe. In the element, the space X between the intersections of the wiry materials vertical to the axis of the water collecting pipe of the flow passage material on the raw water side is controlled to 2-5 mm, and the space Y between the intersections parallel to the axis of the water collecting pipe is adjusted to 1-1.8 times the space X.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-437

(P2000-437A)

(43) 公開日 平成12年1月7日(2000.1.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
B 0 1 D 61/08		B 0 1 D 61/08	4 D 0 0 6
63/10		63/10	
C 0 2 F 1/44		C 0 2 F 1/44	C

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-171210

(22) 出願日 平成10年6月18日(1998.6.18)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 峯岸 進一

滋賀県大津市園山1丁目1番1号東レ株式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 木原 正浩

滋賀県大津市園山1丁目1番1号東レ株式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 中西 貴之

滋賀県大津市園山1丁目1番1号東レ株式会社滋賀事業場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパイラル型逆浸透膜エレメントおよびそれを用いた分離装置

(57) 【要約】

【課題】 エレメントの圧力損失があまり小さくなく、濃度分極によるエレメントの性能低下が抑制され、逆浸透膜が本来有する性能を十分発揮させることが可能なスパイラル型逆浸透膜エレメントを提供する。

【解決手段】 封筒状の逆浸透膜、原水の流れ方向に交差するように線状物が配置された透過水側流路材、網目構造を有し、該網目が四角形である原水側流路材を集水管に巻き付けてなるスパイラル型逆浸透膜エレメントにおいて、原水側流路材の集水管の軸線に垂直な方向の線状物交点同士の間隔Xが2mm以上5mm以下であり、かつ集水管の軸線に平行な方向の線状物交点同士の間隔YがXの1.0倍以上1.8倍以下であることを特徴とするスパイラル型逆浸透膜エレメント。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】外側を原水側、内側を透過水側とする逆浸透膜、透過水側流路材、原水側流路材および集水管をもち、逆浸透膜の内側部分が集水管内部に通じるように、逆浸透膜、透過水側流路材および原水側流路材が集水管に巻き付けられた構造を有し、原水側流路材が複数の線状物によって構成され、集水管の軸線に垂直な方向の線状物交点同士の間隔 $X$ が2mm以上5mm以下であり、かつ前記方向に平行な方向の線状物の交点同士の間隔 $Y$ が $X$ の1.0倍以上1.8倍以下である構造を含むことを特徴とするスパイラル型逆浸透膜エレメント。

【請求項2】原水側流路材の平均厚さが0.5mm以上1mm以下であることを特徴とする請求項1記載のスパイラル型逆浸透膜エレメント。

【請求項3】原水側流路材の最大厚さが平均厚さの0.9倍以上1.1倍以下であることを特徴とする請求項2記載のスパイラル型逆浸透膜エレメント。

【請求項4】原水側流路材の材質が、ポリエチレンまたはポリプロピレンであることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のスパイラル型逆浸透膜エレメント。

【請求項5】請求項1～4のいずれかに記載のスパイラル型逆浸透膜エレメントの原水側に加圧手段または透過水側に吸引手段を有する水の分離装置。

【請求項6】請求項5記載の分離装置を用いて海水またはかん水から透過水を得ることを特徴とする透過水の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スパイラル型逆浸透膜エレメントを用いて不純物を含む種々の液体から不純物を分離するため、特に海水の淡水化、かん水の脱塩、超純水の製造または排水処理などに用いるための新規なスパイラル型逆浸透膜エレメントおよびそれを用いた分離装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、逆浸透膜を用いた液体の分離は、省エネルギープロセスとして注目され、利用が進んでいる。逆浸透分離法では、塩分等の溶質を含んだ溶液を該溶液の浸透圧以上の圧力で逆浸透膜を透過させることで、塩分等の溶質の濃度が低減された液体を得ることが可能であり、例えば海水の淡水化、かん水の脱塩、超純水の製造や排水処理に用いられている。

【0003】通常、スパイラル型逆浸透膜エレメントの原水側の流路には、原水側の流路を確保して原水を逆浸透膜面に均一に供給すると同時に、原水の流れを乱して濃度分極によるエレメントの性能低下を抑制する役割を有する原水側流路材が組み込まれている。濃度分極とは、原水中の不純物が原水側の逆浸透膜面で濃縮され、膜面の不純物濃度が原水の不純物濃度より高くなり、膜面の浸透圧を増加させ造水量を低下させたり、膜面にゲ

ルやスケールなどの不溶物を析出させエレメント性能を低下させる現象で、逆浸透法では、必ず起こる現象である。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】濃度分極によるエレメント性能低下を抑制するためには、例えば原水側流路材の厚さを薄くし、原水の膜面線速度を大きくして膜面の流れを乱し、濃度分極層を薄くすれば良いが、原水側流路材の厚さを薄くすると原水中の不純物や微生物によるファウリング物質が原水側の流路を閉塞してエレメント性能が低下したり、エレメントの圧力損失が大きくなり、原水を供給するポンプの必要動力が大きくなるため電力費が高くなったり、エレメントが破損するといった問題が生じる。このため、従来の原水側流路材はエレメントの圧力損失があまり大きくならないようなものを用いており、また原水側流路材の線状物交点同士の間隔 $X$ および $Y$ は等しく、従来のスパイラル型逆浸透膜エレメントは濃度分極によるエレメントの性能低下を抑制し、逆浸透膜が本来有する性能を十分発揮させていなかった。

【0005】本発明は、スパイラル型逆浸透膜エレメントの圧力損失を大きくせずに、濃度分極によるエレメントの性能低下を抑制して、逆浸透膜が本来有する性能を十分発揮させることを課題とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、「外側を原水側、内側を透過水側とする逆浸透膜、透過水側流路材、原水側流路材および集水管をもち、逆浸透膜の内側部分が集水管内部に通じるように、逆浸透膜、透過水側流路材および原水側流路材を集水管に巻き付けられた構造を有し、原水側流路材が複数の線状物によって構成され、集水管の軸線に垂直な方向の線状物交点同士の間隔 $X$ が2mm以上5mm以下であり、かつ前記方向に平行な方向の線状物の交点同士の間隔 $Y$ が $X$ の1.0倍以上1.8倍以下である構造を含むことを特徴とするスパイラル型逆浸透膜エレメント。」「原水側流路材の平均厚さが0.5mm以上1mm以下であることを特徴とする前記のスパイラル型逆浸透膜エレメント。」「原水側流路材の最大厚さが平均厚さの0.9倍以上1.1倍以下であることを特徴とする前記スパイラル型逆浸透膜エレメント。」「原水側流路材の材質が、ポリエチレンまたはポリプロピレンであることを特徴とする前記スパイラル型逆浸透膜エレメント。」また、分離膜装置として「前記いずれかに記載のスパイラル型逆浸透膜エレメントの原水側に加圧手段または透過水側に吸引手段を有することを特徴とする水の分離装置。」また「前記分離装置を用いて海水またはかん水から透過水を得ることを特徴とする透過水の製造方法。」からなるものである。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下発明の実施の形態を図面を用

いて説明する。図1は、スパイラル型逆浸透膜エレメントの一例、図2は原水側流路材の線状物による繰り返しの構造を示す図である。

【0008】ここで、本発明者らが構造の異なる多くの原水側流路材を用いて鋭意検討を行った結果、原水側流路材の集水管の軸線に平行な線状構造物の間隔Y(図2において8)とそれに垂直な方向の間隔X(図2において9)とを適切に設計してやれば、逆浸透膜自身の性能が等しくても、エレメントの圧力損失をあまり増加させずにエレメント性能すなわち造水性能と阻止性能を向上できることを見出した。

【0009】原水側流路材を構成する線状物の間隔を小さくしてやれば、原水のミクロに見た流れ方向が変化する機会が増えるため、原水の流れが乱れ、膜面に生じた濃度分極層を薄くするので、エレメント性能が向上する。しかし、あまりピッチを小さくすると原水の流動抵抗が増加するため、エレメントの圧力損失が増加し、好ましくなく、最適な間隔にする必要がある。

【0010】また、図3、図4に示したように原水は原水側流路材の網目線状物に沿って広がりながら流れていくわけであるが、図3に示したように流れ方向に対して、Yに対してXが大きいと原水の流れが線状物から剥離を起こし易く、原水の流れは広がりにくい。一方、図4に示したように流れ方向に対して、Xに対してYが大きい場合、原水の流れが線状物から剥離しにくく、比較的長い間線状物に沿って流れてから剥離するので原水の流れが広がる。原水の流れの広がりが大きいと原水が膜面に均一に供給され、流れを混合する効果もあるので、濃度分極の影響が低減できると同時に、流れの剥離が少ないため原水の流動抵抗も小さくなる。そこで線状物の網目の角度( $\alpha$ (図2における10))は、 $90^\circ$ 以下 $58^\circ$ 以上、好ましくは $85^\circ$ 以下 $61^\circ$ 以上、さらに好ましくは $80^\circ$ 以下 $67^\circ$ 以上が良い。

【0011】以上の理由により、本発明は、Xを2mm以上5mm以下、好ましくは2.5mm以上4.5mm以下、さらに好ましくは3mm以上4mm以下とし、かつYをXの1.0倍以上1.8倍以下、好ましくは1.1倍以上1.7倍以下、さらに好ましくは1.2倍以上1.5倍以下とした原水側流路材を用いたスパイラル型逆浸透膜エレメントである。

【0012】ここで、最低10以上の(n)個の間隔の合計(L)を測定し、 $(L/n)$ を本発明の間隔とするのが好ましい。

【0013】原水側流路材の厚さについては、既に述べたように薄くすれば、原水の膜面線速度が大きくなり膜面の流れが乱れるので、濃度分極層が薄くなり、エレメントの性能も向上し好ましいが、あまり原水側流路材の厚さを薄くすると原水中の不純物や微生物によるファウリング物質が原水側の流路を閉塞してエレメント性能が低下したり、エレメントの圧力損失が大きくなり、原水

を供給するポンプの必要動力が大きくなるため電力費が高くなったり、エレメントが破損するといった問題が生じるため、好ましくない。そこで、原水側流路材の平均厚さは、0.5mm以上1.0mm以下、好ましくは0.55mm以上0.9mm以下、さらに好ましくは0.6mm以上0.8mm以下であることが明らかとなった。

【0014】原水側流路材の平均厚さは、最低10点以上の(m)個の厚さを精密厚みゲージ等で測定し、その合計(T)を(m)で除した $(T/m)$ を本発明の平均厚さと定義することが好ましい。

【0015】また、原水側流路材の厚さのばらつきが大きいことは、逆浸透膜の性能を均一に発揮させることができず好ましくないため、原水側流路材の最大厚さ平均厚さの0.9倍以上1.1倍以下であることが好ましい。

【0016】さらに、原水側流路材の素材は、本発明の主旨から言って特に限定されるものではないが、ポリエチレンまたはポリプロピレンが逆浸透膜を傷つけない点やコストの面から好ましい。

【0017】また、本発明のスパイラル型逆浸透膜エレメントの被処理原水は、本発明の主旨から言って特に限定されるものではないが、海水やかん水のように溶液中の不純物濃度が高く、浸透圧が高い溶液の方が濃度分極によるエレメント性能の低下が大きくなるため、本発明の効果が十分発揮され好ましい。

【0018】

【実施例】以下に具体的実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれら実施例により何ら限定されるものではない。

#### 【0019】実施例1

有効膜面積 $32\text{ cm}^2$ の平膜評価セルを用いて3.5%の食塩水を5.5MPaの操作圧力でろ過したときに、膜透水量 $0.85\text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 、脱塩率99.75%の性能を有する平膜状の架橋芳香族ポリアミド系複合膜を準備した。同複合膜、原水の流れ方向に交差するように線状物が配置された透過水流路材、Xが3mm、YがXの1.3倍、平均厚さ0.63mmのポリエチレン製原水側流路材を用いて、長さ約50cm、有効膜面積 $2.5\text{ m}^2$ のスパイラル型逆浸透膜エレメントを製作した。このスパイラル型逆浸透膜エレメントを用いて3.5%の食塩水を5.5MPaの操作圧力でろ過したときに、ろ過開始15時間後の造水量は $1.72\text{ m}^3/\text{d}$ 、脱塩率99.70%であった。

#### 【0020】実施例2

実施例1と同等の性能を有する平膜状の架橋芳香族ポリアミド系複合膜、原水の流れ方向に交差するように線状物が配置された透過水流路材、Xが3.5mm、YがXの1.29倍、平均厚さ0.7mmのポリエチレン製原水側流路材を用いて、長さ約50cm、有効膜面積 $2.$

5m<sup>2</sup>のスパイラル型逆浸透膜エレメントを製作した。このスパイラル型逆浸透膜エレメントを用いて3.5%の食塩水を5.5MPaの操作圧力でろ過したときに、ろ過開始15時間後の造水量は1.78m<sup>3</sup>/d、脱塩率99.71%であった。

#### 【0021】実施例3

有効膜面積32cm<sup>2</sup>の平膜評価セルを用いて5.8%の食塩水を8.8MPaの操作圧力でろ過したときに、膜透水量0.87m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・d、脱塩率99.72%の性能を有する平膜状の架橋芳香族ポリアミド系複合膜、原水の流れ方向に交差するように線状物が配置された透過水流路材、Xが3mm、YがXの1.3倍、平均厚さ0.63mmのポリエチレン製原水側流路材を用いて、長さ約100cm、有効膜面積28m<sup>2</sup>のスパイラル型逆浸透膜エレメントを製作した。このスパイラル型逆浸透膜エレメントを用いて5.8%の海水を8.8MPaの操作圧力でろ過したときに、ろ過開始15時間後の造水量は20.2m<sup>3</sup>/d、脱塩率99.68%であった。

#### 【0022】実施例4

実施例3と同等の性能を有する平膜状の架橋芳香族ポリアミド系複合膜、原水の流れ方向に交差するように線状物が配置された透過水流路材、Xが3.5mm、YがXの1.29倍、平均厚さ0.7mmのポリエチレン製原水側流路材を用いて、長さ約100cm、有効膜面積28m<sup>2</sup>のスパイラル型逆浸透膜エレメントを製作した。このスパイラル型逆浸透膜エレメントを用いて5.8%の海水を8.8MPaの操作圧力でろ過したときに、ろ過開始15時間後の造水量は21.5m<sup>3</sup>/d、脱塩率99.70%であった。

#### 【0023】比較例1

実施例1と同等の性能を有する平膜状の架橋芳香族ポリアミド系複合膜、原水の流れ方向に交差するように線状物が配置された透過水流路材、Xが3.9mm、YがXの0.76倍、平均厚さ0.63mmのポリエチレン製原水側流路材を用いて、長さ約50cm、有効膜面積2.5m<sup>2</sup>のスパイラル型逆浸透膜エレメントを製作した。このスパイラル型逆浸透膜エレメントを用いて3.5%の食塩水を5.5MPaの操作圧力でろ過したときに、ろ過開始15時間後の造水量は1.34m<sup>3</sup>/d、脱塩率99.58%であり、実施例1よりエレメント性能がかなり低かった。

#### 【0024】比較例2

実施例2と同等の性能を有する平膜状の架橋芳香族ポリアミド系複合膜、原水の流れ方向に交差するように線状物が配置された透過水流路材、Xが3.5mm、YがXの1.83倍、平均厚さ0.7mmのポリエチレン製原水側流路材を用いて、長さ約50cm、有効膜面積2.5m<sup>2</sup>のスパイラル型逆浸透膜エレメントを製作した。このスパイラル型逆浸透膜エレメントを用いて3.5%

の食塩水を5.5MPaの操作圧力でろ過したときに、ろ過開始15時間後の造水量は1.29m<sup>3</sup>/d、脱塩率99.52%であり、実施例2よりエレメント性能がかなり低かった。

#### 【0025】比較例3

実施例3と同等の性能を有する平膜状の架橋芳香族ポリアミド系複合膜、原水の流れ方向に交差するように線状物が配置された透過水流路材、Xが5.5mm、YがXの1.2倍、平均厚さ0.7mmのポリエチレン製原水側流路材を用いて、長さ約100cm、有効膜面積28m<sup>2</sup>のスパイラル型逆浸透膜エレメントを製作した。このスパイラル型逆浸透膜エレメントを用いて5.8%の海水を8.8MPaの操作圧力でろ過したときに、ろ過開始15時間後の造水量は16.1m<sup>3</sup>/d、脱塩率99.61%であり、実施例3よりエレメント性能がかなり低かった。

#### 【0026】比較例4

実施例3と同等の性能を有する平膜状の架橋芳香族ポリアミド系複合膜、原水の流れ方向に交差するように線状物が配置された透過水流路材、Xが1.8mm、YがXの1.5倍、平均厚さ0.7mmのポリエチレン製原水側流路材を用いて、長さ約100cm、有効膜面積28m<sup>2</sup>のスパイラル型逆浸透膜エレメントを製作した。このスパイラル型逆浸透膜エレメントを用いて5.8%の海水を8.8MPaの操作圧力でろ過したときに、ろ過開始15時間後の造水量は16.8m<sup>3</sup>/d、脱塩率99.63%であり、実施例3よりエレメント性能がかなり低く、エレメント圧力損失も0.028MPaと実施例3よりも1.6倍大きかった。

#### 【0027】

【発明の効果】本発明により、エレメントの圧力損失が小さく、濃度分極によるエレメントの性能低下が抑制され、逆浸透膜が本来有する性能を十分発揮させることが可能なスパイラル型逆浸透膜エレメントが提供される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 スパイラル型逆浸透膜エレメントの構造を示す斜視図

【図2】 原水側流路材の構造の概念図

【図3】 網目の角度が大きいときの原水の流れを示す概念図

【図4】 網目の角度が小さいときの原水の流れを示す概念図

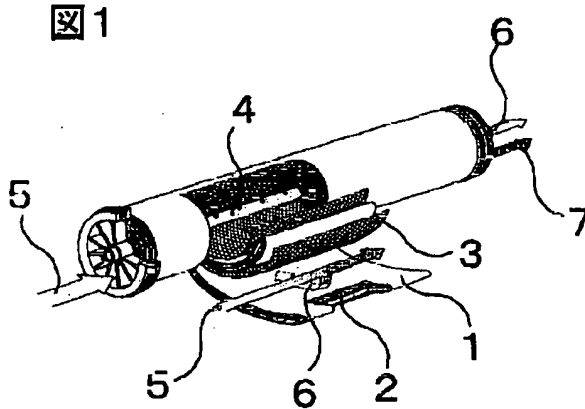
#### 【符号の説明】

- 1：逆浸透膜
- 2：透過水側流路材
- 3：原水側流路材
- 4：集水管
- 5：原水の流れ
- 6：透過水の流れ
- 7：濃縮水の流れ

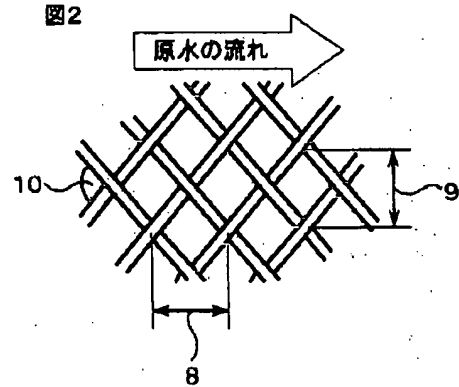
8 : 原水側流路材のY  
9 : 原水側流路材のX

10 : 原水側流路材の網目の角度 ( $\alpha$ )

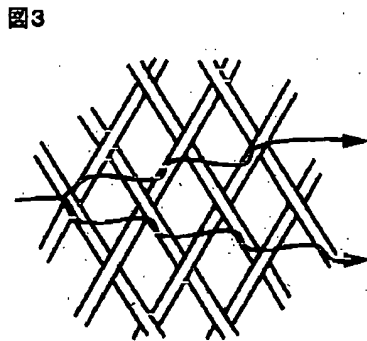
【図1】



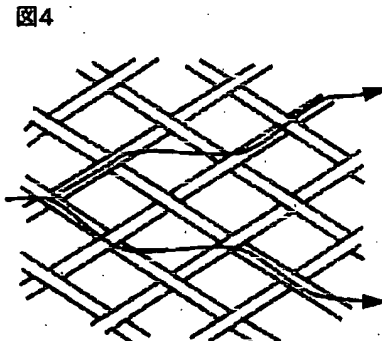
【図2】



【図3】



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成11年8月23日(1999. 8. 23)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 逆浸透膜と、原水側流路材と、透過水側流路材とを集水管の周囲に巻回してなるスパイラル型逆浸透膜エレメントを用い、逆浸透膜上における原水の流れを前記エレメントの周方向に拡散させてその逆浸透膜上における濃度分極層の厚みを低減しながら水を分離することを特徴とする造水方法。

【請求項2】 逆浸透膜と、原水側流路材と、透過水側流路材とが集水管の周囲に巻回され、原水側流路材は格

子状の線状体からなり、かつ、集水管の軸線に垂直な方向における交点間の間隔Xが2mm以上5mm以下の範囲にあり、前記軸線方向における交点間の間隔YがXの1.0倍以上1.8倍以下の範囲にあることを特徴とするスパイラル型逆浸透膜エレメント。

【請求項3】 原水側流路材の平均厚みが、0.5mm以上1mm以下の範囲にある、請求項2に記載のスパイラル型逆浸透膜エレメント。

【請求項4】 原水側流路材の最大厚みが、平均厚みの0.9倍以上1.1倍以下の範囲にある、請求項2または3に記載のスパイラル型逆浸透膜エレメント。

【請求項5】 原水側流路材が、ポリエチレンまたはポリプロピレンからなる、請求項2～4のいずれかに記載のスパイラル型逆浸透膜エレメント。

【請求項6】 請求項2～5のいずれかに記載のスパイラル型逆浸透膜エレメントと、このスパイラル型逆浸透

膜の上流側に設けた加圧手段とを備えていることを特徴とする水の分離装置。

【請求項7】 請求項6に記載の水の分離装置を用いて海水またはかん水进行处理することを特徴とする造水方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】本発明は、「逆浸透膜と、原水側流路材と、透過水側流路材とを集水管の周囲に巻回してなるスパイラル型逆浸透膜エレメントを用い、逆浸透膜上における原水の流れを前記エレメントの周方向に拡散させてその逆浸透膜上における濃度分極層の厚みを低減しながら水を分離することを特徴とする造水方法。」、「逆浸透膜と、原水側流路材と、透過水側流路材とが集水管の周囲に巻回され、原水側流路材は格子状の線状体からな

り、かつ、集水管の軸線に垂直な方向における交点間の間隔Xが2mm以上5mm以下の範囲にあり、前記軸線方向における交点間の間隔YがXの1.0倍以上1.8倍以下の範囲にあることを特徴とするスパイラル型逆浸透膜エレメント。」、「原水側流路材の平均厚みが、0.5mm以上1mm以下の範囲にある、上記に記載のスパイラル型逆浸透膜エレメント。」、「原水側流路材の最大厚みが、平均厚みの0.9倍以上1.1倍以下の範囲にある、上記に記載のスパイラル型逆浸透膜エレメント。」、「原水側流路材が、ポリエチレンまたはポリプロピレンからなる、上記に記載のスパイラル型逆浸透膜エレメント。」、「上記に記載のスパイラル型逆浸透膜エレメントと、このスパイラル型逆浸透膜の上流側に設けた加圧手段とを備えていることを特徴とする水の分離装置。」、「上記に記載の水の分離装置を用いて海水またはかん水进行处理することを特徴とする造水方法。」からなるものである。

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4D006 GA03 HA62 JA05A JA05B  
JA05C JA06A JA19Z KA12  
MA06 MB06 MC54 NA41 PA01  
PA02 PB03 PB07 PB70 PC02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**